บทที่ 2
เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ในบทนี้จะกล่าวถึงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การสื่อสารข้อมูล โดยมีหัวข้อสำคัญที่จะอธิบายซึ่งได้แก่ ความหมายและประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โปรโตคอล (Protocol) มาตรฐานของการสื่อสารข้อมูล แบบจำลองมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูล สถาปัตยกรรมของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ โทโพโลยี (Topology) ส่วนประกอบของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน เทคโนโลยีเครือข่ายที่นิยมใช้ในปัจจุบัน รูปแบบการให้บริการข้อมูลระยะไกล และบริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามลำดับ ซึ่งในหัวข้อต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะช่วยในการออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของ IMT-GT Studies Center มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นการเชื่อมต่อกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอย่างเป็นอิสระเข้าด้วยกัน โดยเป้าหมายการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นคือ เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ร่วมกัน (Resource Sharing) ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliablility) โดยเฉพาะการสำรองข้อมูลไว้เพื่อการทดแทนการใช้งาน และความต้องการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ดังกล่าว (Tanenbaum.1989 : 2-3)

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ และเครือข่ายบริเวณกว้าง นั้นเป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าเป็นเครือข่าย โดยมีข้อแตกต่างกันบางประการดังนี้ (Stallings.1997: 10)

1. ขอบเขตของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่นั้นมีขนาดเล็กซึ่งเป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ภายในอาคารหรือกลุ่มของอาคารที่อยู่ติดกัน

2. โดยทั่วไปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่จะอยู่ภายในองค์กรเดียวกัน ซึ่งต่างจากแวน ที่การเชื่อมต่อระบบภายใต้องค์กรเดียวกันมีอยู่ค่อนข้างน้อยมาก

3. อัตราการส่งข้อมูลภายในเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่จะมากกว่าเครือข่ายบริเวณกว้าง

2.1 โปรโตคอล

โปรโตคอล หมายถึง เซตของกฎเกณฑ์ กระบวนการที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ของ 2 สิ่ง (Entity) ในระบบ (System) โดยองค์ประกอบสำคัญประกอบด้วย (Stallings. 1997: 498)

1. วากยสัมพันธ์ (Syntax) ซึ่งรวมถึง รูปแบบข้อมูล การลงรหัส และระดับสัญญาณ
2. ความหมาย (Semantics) ซึ่งรวมถึงสารสนเทศที่ใช้ในการควบคุม สำหรับประสานงานและตรวจสอบข้อผิดพลาด
3. เวลา (Timing) ซึ่งรวมถึงการจับคู่ความเร็ว และการจัดลำดับของการแลกเปลี่ยนข้อมูล

โปรโตคอลจึงนับว่าเป็นส่วนสำคัญของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพราะเป็นกฎเกณฑ์ที่จำเป็นในการสื่อสารข้อมูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความมีมาตรฐานในการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์หรือสถานีต่าง ๆ

2.2 มาตรฐานของการสื่อสารข้อมูล

มาตรฐานของการสื่อสารข้อมูลนั้นถูกกำหนดขึ้นมาก็เพื่อให้เกิดการยอมรับในระดับกว้างของอุตสาหกรรมการสื่อสารทำให้อุปกรณ์ชนิดเดียวกันของต่างบริษัทสามารถเชื่อมเพื่อสื่อสารข้อมูลต่อกันได้ และมาตรฐานมีส่วนช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ในเทคโนโลยีที่ถูกคิดขึ้นมา มาตรฐานแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือมาตรฐานแบบเป็นทางการ และแบบไม่เป็นทางการ มาตรฐานที่เป็นทางการจะถูกพัฒนาขึ้นมาโดยองค์กรมาตรฐาน ยกตัวอย่างเช่น องค์กรมาตรฐานของรัฐบาล หรือ กลุ่มอุตสาหกรรม เช่น Electronics Industry Association, Institute of Electrical and Electronic Engineering หรือ IEEE หรือ International Standard Organization หรือ ISO เป็นต้น (Geier. 1996 : 105) ส่วนมาตรฐานแบบไม่เป็นทางการ หรือมักเรียกว่า *de facto standards* เป็นมาตรฐานที่เกิดจากผลของการใช้งานอย่างกว้างขวางทั่วไป เช่น TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นมาตรฐานที่ใช้กันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่นิยมใช้งานกันทั่วโลก เป็นต้น

2.3 แบบจำลองมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูล

แบบจำลองที่เป็นมาตรฐานสำคัญของการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์อันหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย ISO ซึ่งมีชื่อว่า OSI (Open System Interconnection) Model หรือโมเดลโอเอสไอ ซึ่งประกอบด้วย 7 ระดับ โดยหลักการของทั้ง 7 ระดับ ก็คือ (Tanenbaum. 1989 : 14-21)

1. แต่ละระดับจะถูกกำหนดขึ้นมาเมื่อมีความแตกต่างโดยนัย
2. แต่ละระดับควรกำหนดฟังก์ชันการทำงานอย่างสมบูรณ์
3. แต่ละฟังก์ชั่นภายในระดับควรจะพยายามมุ่งไปสู่ระดับมาตรฐานของโปรโตคอล
4. ขอบเขตของระดับควรถูกจำกัดให้มีปริมาณการเชื่อมต่อระหว่างระดับน้อยที่สุด
5. จำนวนระดับควรต้องมากพอที่จะทำให้ฟังก์ชั่นที่จำเป็น และแตกต่างกันไม่อยู่ในระดับเดียวกันและระดับจะต้องไม่มากเกินไปจนทำให้โครงสร้างไม่สะดวกในการใช้งาน

โมเดลโอเอสไอแบ่งระดับขั้นในการสื่อสารข้อมูลเป็น 7 ระดับ ดังนี้

1. ระดับการประยุกต์ใช้งาน (Application Layer)
2. ระดับการแสดงผล (Presentation Layer)
3. ระดับการโต้ตอบระหว่างกัน (Session Layer)
4. ระดับการขนส่งข้อมูล (Transport Layer)
5. ระดับเครือข่ายสื่อสาร (Network Layer)
6. ระดับดาต้าลิงค์ (Data Link Layer)
7. ระดับกายภาพ (Physical Layer)

โดยในแต่ละระดับมีรายละเอียดของการทำงานพอสรุปได้ดังนี้

1. ระดับการประยุกต์ใช้งาน

ในระดับนี้จะครอบคลุมถึงโปรโตคอลในระดับที่ให้การสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์ของผู้ใช้ที่จะใช้งาน โดยไม่รวมถึงโปรแกรมประยุกต์ของผู้ใช้ ซึ่งช่วยสนับสนุนให้โปรแกรมประยุกต์บนระบบที่แตกต่างกันสามารถติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ ตัวอย่างเช่น X.400 เป็นโปรโตคอลระบบเปิดที่สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างโปรแกรมประยุกต์ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างกัน เป็นต้น

2. ระดับการแสดงผล

ระดับนี้มีหน้าที่เกี่ยวกับการค้นหาวิธีการในการใช้งานซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ อันเกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้ระบบ ดังนั้นระดับนี้จะเป็นที่เก็บส่วนปฏิบัติงานต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้ระบบสามารถเรียกใช้ได้ ส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวถึงจะถูกรวบรวมไว้กับโปรแกรมควบคุมระบบ ตัวอย่างของการปฏิบัติงานส่วนนี้ได้แก่ การแปลงข้อมูล เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์ที่เป็นฝ่ายรับสามารถเข้าใจ (ส่วนใหญ่จะเป็นรหัสแอสกี) การใส่จ่าหน้า การจำแนกข้อมูล การลดขนาดข้อมูล ดังนั้นโปรแกรมของผู้ใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องเขียนให้มีการเปลี่ยนแปลง ในลักษณะบิตของขบวนอักขระ อีกตัวอย่างหนึ่ง คือ การที่รับอักขระในรูปของแอสกี จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นขบวนบิตที่ต่อเนื่องเพื่อลดความยาวของข้อมูล

3. ระดับการโต้ตอบระหว่างกัน

เป็นระดับที่ผู้ใช้ทำการติดต่อกับเครือข่าย ระดับนี้จะทำหน้าที่เริ่มต้นการสื่อสารและดูแลการติดต่อระหว่างสถานีต่าง ๆ ในเครือข่าย โดยทำการกำหนดขอบเขตของข้อมูล และกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูล แล้วการติดต่อจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ใช้คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดไว้ป้อนแก่ระบบ จากนั้นผู้ใช้ก็จะกลายเป็นผู้ใช้ระยะไกล ซึ่งจะสามารถส่งผ่านข้อมูล หรือแลกเปลี่ยนแฟ้มข้อมูลผ่านระบบได้ ในการสร้างการโต้ตอบระหว่างกันได้นี้ ผู้ใช้จะต้องกำหนดรหัสตำแหน่งปลายทางที่ต้องการจะติดต่อด้วย

4. ระดับการขนส่งข้อมูล

เป็นระดับที่ทำการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ปลายทาง ซึ่งระดับนี้จะรับส่งข้อมูลมาจากชั้นโต้ตอบระหว่างกัน เพื่อนำมาแตกออกเป็นหน่วยย่อยตามความต้องการแล้วส่งไปยังระดับเครือข่ายสื่อสาร และมีวิธีการทำให้การส่งผ่านข้อมูลนั้นเป็นไปอย่างถูกต้องจนกระทั่งถึงปลายทาง ป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูล โดยทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น

ส่วน ๆ และสร้างค่าผลรวม ซึ่งเป็นผลรวมตัวเลขของกลุ่มข้อมูลนั้น ซึ่งค่าผลรวมนี้จะใช้ในการตรวจสอบในภายหลังว่าข้อมูลที่ส่งถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้ยังทำการสำรองข้อมูลในขณะที่มีการส่งและใส่ทรานสปอตเฮดเดอร์(Transport Header) ในระดับนี้จะต้องมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย เช่น ต้องการแยกการทำงานของระดับชั้นนี้ออกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีของฮาร์ดแวร์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. ระดับเครือข่ายสื่อสาร

ในระดับนี้จะทำหน้าที่ เริ่มต้นการสื่อสาร ดูแลการติดต่อ และการเลิกการติดต่อระหว่างเครือข่ายต้นทางและเครือข่ายปลายทาง (End-to-end Network) เมื่อคอมพิวเตอร์คู่ที่ติดต่อสื่อสารทั้งสองไม่ได้เชื่อมต่ออยู่บนระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เดียวกัน นอกจากนี้ในระดับเครือข่ายสื่อสารยังทำหน้าที่กำหนดเส้นทางการรับส่งข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล นับข้อมูล จ่าหน้าข้อมูล ใส่ลำดับที่ของข้อมูล และตำแหน่งของสถานีปลายทางที่จะรับส่งข้อมูล แล้วทำการส่งข้อมูลเข้าไปในเครือข่าย

6. ระดับดาต้าลิงค์

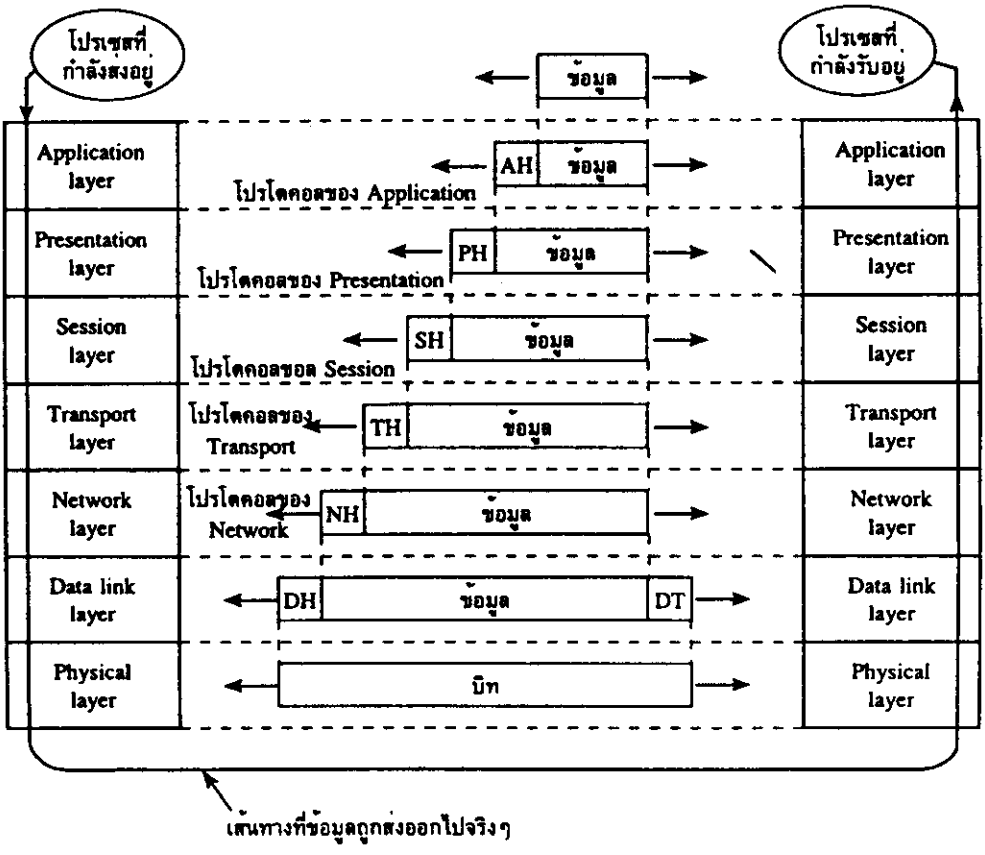
เป็นระดับที่ทำหน้าที่การรับส่งข้อมูลระหว่างโหนด (Node) ที่อยู่ติดกันบนเส้นทางการรับส่งข้อมูล และทำการแปลงการรับส่งข้อมูลที่ไม่แน่นอนให้แน่นอนขึ้น โดยการจัดข้อมูลเป็นกรอบข้อมูล (Data Frame) พร้อมทั้งมีการตรวจสอบข้อผิดพลาด เพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่ส่งมาถูกต้องหรือไม่ โดยการจัดเก็บตำแหน่ง กำหนดจุดสิ้นสุดของข้อมูลที่บรรจุภายในกรอบข้อมูล จัดลำดับการส่งกรอบข้อมูล และทำการสำรองข้อมูลไว้จนกว่าการส่งข้อมูลจะสำเร็จโดยไม่มีปัญหา ดังนั้นระดับนี้จึงนับได้ว่าเป็นระดับที่จะทำหน้าที่อำนวยการการส่งข้อมูลเข้าสู่ระดับเครือข่ายสื่อสาร โดยปราศจากข้อผิดพลาด

7. ระดับกายภาพ

ในระดับกายภาพนี้จะเป็นการส่งข้อมูลในระดับบิต ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับแรงดันไฟฟ้า ช่วงความถี่ คาบเวลา จึงขึ้นตรงกับคุณสมบัติทางไฟฟ้า และกลไกของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดการสื่อสารได้ โดยพิจารณาในแง่ของบิตที่ผ่านไปตามช่องสื่อสาร ดังนั้นการออกแบบมาใช้งานต้องก่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่าเมื่อปลายด้านที่ส่งข้อมูลส่งบิต 1 ออกมาแล้ว ณ ปลายด้านที่รับข้อมูลจะต้องได้รับบิต 1 ไม่ใช่บิต 0 ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดแรงดันไฟฟ้าที่จะใช้แทนบิต 1 หรือบิต 0 และแต่ละบิตจะใช้เวลาเท่าใด จะต้องสร้างสภาวะที่จะทำให้ทราบได้

ว่าสภาวะที่กำหนดขึ้นคือจุดเริ่มต้นของการส่งข้อมูลหรือสิ้นสุดการส่งข้อมูล และกำหนดมาตรฐานของขั้วต่อที่ใช้เชื่อมโยงว่าต้องมีคุณสมบัติอย่างไร

ในแต่ละระดับของแบบจำลองโอเอสไอ จะมีการกำหนดฟังก์ชันที่คอยให้บริการแก่ระดับที่สูงกว่า โดยแต่ละระดับจะมีสิ่งที่ทำหน้าที่อยู่ภายในระดับซึ่งอาจจะเป็นซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ก็ได้ โดยสิ่งที่ทำงานในระดับ N ซึ่งเป็นผู้ให้บริการ (Service Provider) จะให้บริการแก่ระดับ N+1 หรือระดับที่อยู่ถัดขึ้นไป ซึ่งเป็นผู้ขอใช้บริการ (Service User)



ภาพประกอบ 2.1 แบบจำลองลำดับชั้นของโอเอสไอ

2.4 สถาปัตยกรรมของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่

เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่นั้นประกอบด้วย การเชื่อมต่อของตัวกลางในการสื่อสารที่ทำให้ทุก ๆ สถานีสามารถติดต่อกันได้ ซึ่งความหมายโดยนัยของการติดต่อกันนั้นหมายถึง ถ้าสถานีใดสถานีหนึ่งส่งข้อมูลออกไป ทุก ๆ สถานีที่อยู่บนเครือข่าย ซึ่งเชื่อมต่อผ่านตัวกลางในการสื่อสารและอุปกรณ์ในการสื่อสาร สามารถรับข้อมูลทุก ๆ ชิ้น ที่ส่งมาได้ (Dutton, Harry, 1995 : 13-1) ดังนั้นระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่จึงมีคุณลักษณะสำคัญดังนี้ (Stallings. 1993 : 5)

1. อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อสถานีต่าง ๆ บนเครือข่ายจะต้องเป็นอุปกรณ์ในลักษณะการใช้ตัวกลางในการสื่อสารร่วมกัน
2. การส่งข้อมูลจะต้องอยู่ในรูปของกรอบข้อมูล (Frame)
3. ข้อมูลที่ส่งจากสถานีใดสถานีหนึ่งสามารถรับได้โดยทุกสถานีบนระบบ เรียกการทำงานลักษณะนี้ว่า Packet Broadcasting

จากการนิยามของสถาปัตยกรรมของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ โดย คณะกรรมการ IEEE ซึ่งอ้างอิงถึงตัวแบบที่เรียกว่า IEEE 802 reference model นั้น ได้จัดแบ่งระดับของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ขึ้นใหม่เป็น 3 ชั้น ดังนี้ (ไพศาล สงวนหมู่, 2521 : 163)

2.4.1 ระดับ LLC (Logical Link Control)

เทียบได้กับระดับเชื่อมโยงในส่วนบนของโมเดลโอเอสไอซึ่งมีหน้าที่สำคัญ ดังนี้

1. มีจุดเชื่อมต่อที่เรียกว่า SAP (Service Access Point) เพื่อให้เชื่อมต่อกับระดับที่อยู่ข้างเคียงได้
2. ในระบบการส่งข้อมูล จะจัดข้อมูลเป็นกรอบข้อมูล มีการกำหนดที่อยู่ (Address) และส่วนตรวจสอบความถูกต้องของกรอบข้อมูลโดยใช้ CRC
3. ในการรับส่งข้อมูล จะแยกข้อมูลออกจากกรอบข้อมูลเพื่อตรวจสอบที่อยู่ของโหนดและตรวจ CRC
4. เพื่อจัดการสื่อสารระหว่างการเชื่อมโยง

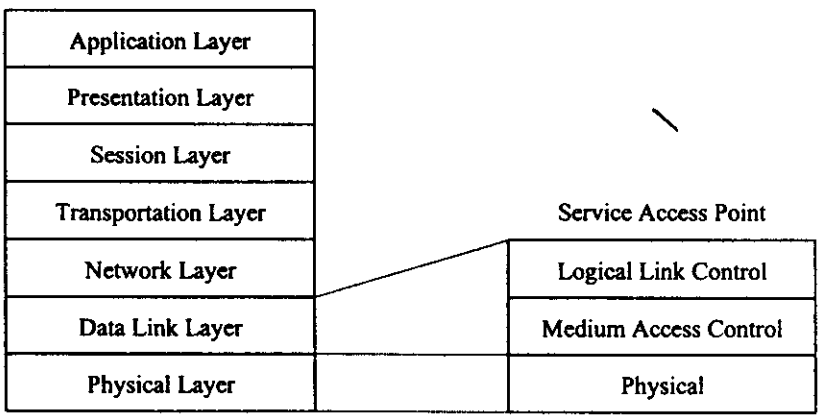
2.4.2 ระดับ MAC (Medium Access Control)

ซึ่งเทียบได้กับระดับเชื่อมโยงในส่วนล่างของโมเดลโอเอสไอ โดยวิธีการควบคุมตัวกลางในการสื่อสารขึ้นกับชนิดของตัวกลางในการสื่อสารแต่ละชนิด ซึ่งทำงานในหน้าที่ต่อไปนี้

1. เป็นการจัดการสำหรับการเข้าถึงข้อมูลที่มาจากต้นทางหลายแห่ง และไปยังปลายทางได้หลายที่
2. ทำหน้าที่บางส่วนคล้ายระดับ LLC

2.4.3 ระดับกายภาพ (Physical Layer)

ซึ่งเทียบได้กับระดับกายภาพของโมเดลโอเอสไอ



ภาพประกอบ 2.2 ระดับชั้นเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เปรียบเทียบกับโมเดลโอเอสไอ

2.5 โทโพโลยี

โทโพโลยี หมายถึง รูปร่างของเครือข่ายที่พิจารณาจากการลากเส้นมาต่อรวมกันเป็นกิ่งก้านหรือรูปแบบของเครือข่าย (ไพศาล สงวนหมู่, 2521 : 129) ในการเชื่อมโยงมีโทโพโลยีได้หลายรูปแบบ โดยมีรูปแบบที่สำคัญดังนี้ (ยืน ภู่วรวรรณ, 2535 : 23-36)

2.5.1 โทโพโลยีแบบเชื่อมโยงสมบูรณ์ (Complete Interconnect)

การเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ เป็นการเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายเข้าด้วยกันแบบจุดต่อจุด ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (ก) การเชื่อมโยงแบบนี้ทำให้มีความเร็วใน

การสื่อสารข้อมูลสูง โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการสื่อสารก็เป็นแบบพื้นฐานไม่ซับซ้อนมากนัก และไม่จำเป็นต้องมีหน่วยประมวลผลการสื่อสารในการเลือกเส้นทางการสื่อสาร เนื่องจากเป็นการเชื่อมโยงโดยตรงถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง การเชื่อมโยงแบบนี้มีความเชื่อมั่นในการสื่อสารสูง และหากได้เพิ่มหน่วยประมวลผลการสื่อสารเข้าไปในระบบอีก จะทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีก

2.5.2 โทโพโลยีแบบตาข่าย (Mesh Topology)

มีลักษณะการเชื่อมโยงคล้ายกับการเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ แต่จะมีการเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ในบางสถานีเท่านั้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้ เนื่องจากในการเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์มีค่าใช้จ่ายสูง และบางสถานีงานอาจจะมีปริมาณการใช้งานไม่มากนัก การเชื่อมโยงแบบตาข่ายนี้เป็นรูปแบบเครือข่ายที่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องการสื่อสารข้อมูลถึงกันในปริมาณสูง หรือเป็นการส่งระยะไกลเนื่องจากคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถติดต่อกันได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านเครื่องอื่นหรือผ่านเครื่องอื่นน้อยลง ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (ข)

2.5.3 โทโพโลยีแบบดาว (Star Topology)

โทโพโลยีแบบดาว มีรูปแบบการเชื่อมโยงโดยนำสถานีงานหลาย ๆ สถานีมาเชื่อมโยงกับศูนย์กลางการสื่อสารข้อมูลโดยตรง ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์กลาง หรือหน่วยประมวลผลการสื่อสาร ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (ค) การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีงานสามารถกระทำได้โดยการติดต่อผ่านศูนย์กลางการสื่อสารข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรให้สถานีงานเชื่อมโยงกันได้เหมือนชุมสายโทรศัพท์ การทำงานของระบบจะเริ่มโดยสถานีงานที่ต้องการส่งข้อมูลส่งข้อความให้หน่วยประมวลผลการสื่อสารทราบว่า ต้องการติดต่อกับสถานีปลายทางใด ศูนย์กลางการสื่อสารข้อมูลจะทำการเชื่อมโยงให้สองสถานีงานติดต่อกันได้ ดังนั้นการสื่อสารเครือข่ายที่มีโทโพโลยีแบบดาวนี้ จึงเป็นการสร้างทางเชื่อมระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดปลายทาง โดยปกติศูนย์กลางการสื่อสารข้อมูลที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงให้มักจะมีการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้การสื่อสารระหว่างสถานีงานไม่คล่องตัวนัก ระบบการโต้ตอบระหว่างสถานีงานกับหน่วยประมวลผลการสื่อสารก็ยุ่งยาก เครือข่ายลักษณะนี้จึงใช้ในกรณีที่ระบบมีจำนวนสถานีไม่มากนัก และมีการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบรับส่งเป็นคู่ ๆ

2.5.4 โทโพโลยีแบบต้นไม้ (Tree Topology)

มีลักษณะการเชื่อมโยงคล้ายกับโทโพโลยีแบบดาว และมีคุณสมบัติคล้ายกัน แต่จะมีโครงสร้างแบบต้นไม้ โดยมีสายนำสัญญาณแยกออกไปเป็นกิ่งก้านแบบไม่เป็นวงรอบ โทโพโลยีแบบนี้ จะเหมาะสมกับการประมวลผลแบบกลุ่ม ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับต่าง ๆ กันอยู่หลายเครื่อง แล้วต่อกันเป็นชั้น ๆ ดูแล้วคล้ายกันแผนภาพองค์กร แต่ละกลุ่มจะมีสถานีแม่ข่ายและสถานีลูกข่ายในกลุ่มนั้นที่มีการทำงานสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (ง)

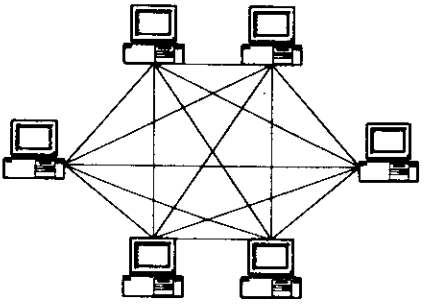
การสื่อสารข้อมูลจะผ่านตัวกลางไปยังสถานีอื่น ๆ ได้ทั้งหมด เพราะทุกสถานีจะอยู่บนทางเชื่อม และรับส่งข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นในแต่ละกลุ่มจะส่งข้อมูลได้ทีละสถานี โดยต้องไม่ส่งพร้อมกัน เพราะจะทำให้ข้อมูลเกิดการชนกัน และเสียหายได้

2.5.5 โทโพโลยีแบบบัส (Bus Topology)

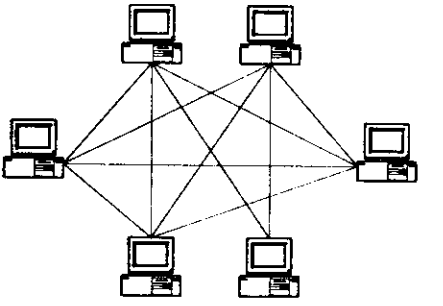
การเชื่อมโยงแบบบัสนี้จะมีการใช้สายนำสัญญาณร่วมกันซึ่งเรียกว่า สายนำสัญญาณแกนหลัก (Backbone) โดยทุกสถานีที่ต้องการเชื่อมเข้าเครือข่ายจะต่อสายนำสัญญาณออกจากสายหลักนี้ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (จ) การส่งข้อมูลจะส่งออกจากเครื่องหลักให้ส่งข้อมูลวิ่งไปบนสายส่งข้อมูลหลักและทุกสถานีงานที่เป็นเจ้าของส่งข้อมูลนั้นนำไปใช้งานโดยตรวจสอบได้จากส่วนหัว (Header) ในข้อมูลที่ส่ง และจากการที่มีสายหลักเพียงสายเดียวในการเชื่อมโยงกับทุกสถานี จึงทำให้ใช้ค่าใช้จ่ายน้อย สามารถที่จะเชื่อมโยงกับสถานีงานได้ทุกจุดในการสายส่งข้อมูลหลัก โดยไม่มีผลกระทบกับการทำงานของสถานีอื่น ๆ นอกจากนี้โปรแกรมที่ควบคุมการสื่อสารก็เป็นแบบธรรมดา และไม่จำเป็นต้องมีหน่วยประมวลผลการสื่อสาร

2.5.6 โทโพโลยีแบบวงแหวน (Ring Topology)

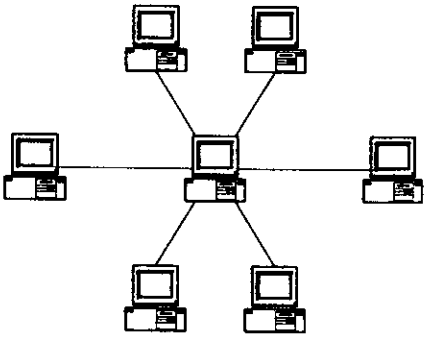
เป็นการเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในลักษณะของวงแหวน ดังแสดงในภาพประกอบ 2.3 (ฉ) ในการส่งข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งออกไป และเคลื่อนที่ไปเป็นวงรอบผ่านสถานีงานในเครือข่ายเพื่อให้สถานีงานที่เป็นเจ้าของข้อมูลนำไปใช้งาน สถานีงานของเครือข่ายแบบวงแหวนนี้จะเชื่อมโยงกับรีพีทเตอร์ (Repeater) โดยรีพีทเตอร์ตัวหนึ่งจะต่อกับสถานีงานหนึ่งสถานีหรือมากกว่าก็ได้ และรีพีทเตอร์แต่ละตัวจะเชื่อมโยงกับรีพีทเตอร์ตัวอื่น ๆ แบบวงแหวน ในการส่งข้อมูลจะเป็นแบบทางเดียว ดัง นั้นข้อมูลจะส่งผ่านไปในวงแหวนทางด้านใดด้านหนึ่งเสมอ



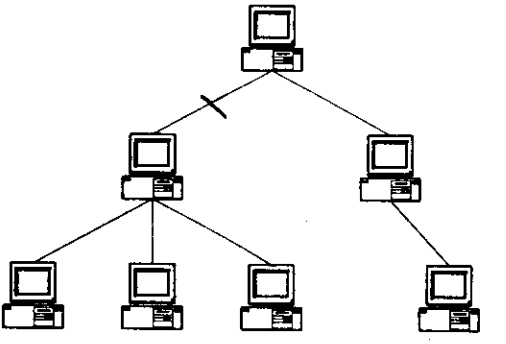
2.3 (ก) การเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์



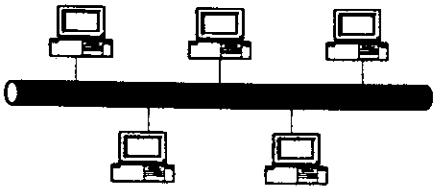
2.3 (ข) โทโพโลยีแบบตาข่าย



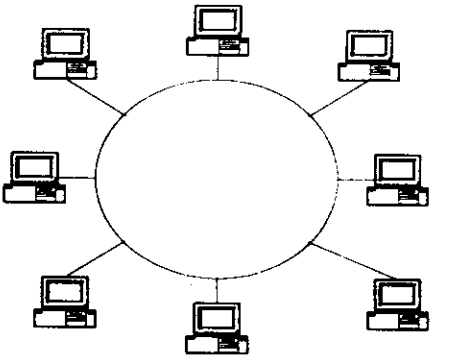
2.3 (ค) โทโพโลยีแบบดาว



2.3 (ง) โทโพโลยีแบบต้นไม้



2.3 (จ) โทโพโลยีแบบบัส



2.3 (ฉ) โทโพโลยีแบบวงแหวน

ภาพประกอบ 2.3 โทโพโลยีแบบต่าง ๆ

2.6 ส่วนประกอบของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่

ในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ใด ๆ จะต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆที่สำคัญในการเชื่อมต่อดังต่อไปนี้ (Goldman. 1998: 194)

1. อุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่าย (Wiring Center) ซึ่งใช้เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายทุกตัวเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจมีชื่อเรียกตามสถาปัตยกรรมของเครือข่ายชนิดต่าง ๆ เช่น ฮับ(Hub) MUA (Multistation Access Unit) Concentrator และ LAN Switch เป็นต้น
2. ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล เช่น สายคู่ตีเกลียว สายโคแอคเชียล หรือ สายใยแก้วนำแสง เป็นต้น
3. อุปกรณ์เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ เรียกว่า Network Interface Card หรือ NIC
4. โปรแกรมที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อให้ NIC และ ระบบปฏิบัติการ (Operating System) บนคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกันได้ เรียกว่า Network Interface Card Driver หรือ NIC Driver

2.7 ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล

ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลเป็นเส้นทางทางกายภาพระหว่างผู้ส่ง(Transmitter) และ ผู้รับ (Receiver) ในระบบสื่อสารข้อมูล ซึ่งสามารถแยกประเภทตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลออกได้ ดังนี้

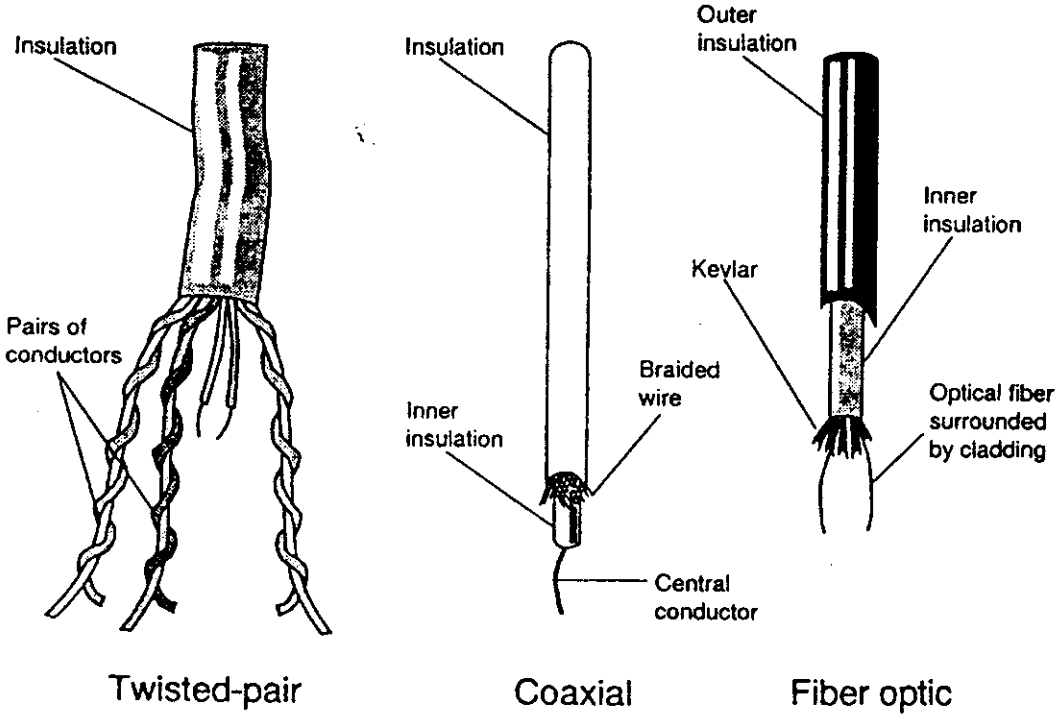
2.7.1 สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair)

สายคู่ตีเกลียวมีการใช้แพร่หลายกันมากในระบบโทรศัพท์ สายแบบนี้สามารถนำสัญญาณได้หลายกิโลเมตร โดยไม่ต้องมีการขยายสัญญาณ สายคู่ตีเกลียวทำมาจากสายที่มีฉนวน 2 เส้น นำมาตีเป็นเกลียวอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะทางของสาย ซึ่งสามารถใช้ได้กับทั้งระบบอนาล็อค และดิจิตอล ขึ้นอยู่กับขนาดและความยาว ความหนาของสาย ขนาดความเร็ว ในระดับเมกะบิต ต่อวินาที ก็สามารถทำได้ (แต่เป็นในระยะทางสั้น ๆ เท่านั้น) เนื่องจากมีราคาถูก

และประสิทธิภาพที่พอใช้ จึงทำให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก (GIS-Group, 2536 : 44) เหมาะกับการติดตั้ง เชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในอาคาร

Electronic Industry Association/Telecommunications Industry Association (EIA/TIA) ซึ่งเป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานในสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดมาตรฐานของสายสื่อสาร โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับสายคู่ตีเกลียว เรียกว่า The EIA 568 Building Wiring Standard ซึ่งแยกได้ 5 ประเภทดังนี้ (Geier. 1996 : 158)

1. Category 1 เป็นสายโทรศัพท์แบบเก่า ซึ่งไม่เหมาะกับการส่งข้อมูล ซึ่งรวมทั้งสายโทรศัพท์ใช้ติดตั้งก่อนปี ค.ศ. 1983
2. Category 2 รับรองในการส่งข้อมูลได้สูงถึง 4 Mbps
3. Category 3 รับรองการส่งข้อมูลสูงถึง 10 Mbps
4. Category 4 รับรองการส่งข้อมูลสูงถึง 16 Mbps
5. Category 5 รับรองการส่งข้อมูลสูงถึง 100 Mbps



2.4 (ก) สายคู่ตีเกลียว2.4 (ข) สายโคแอคเชียล 2.4(ค) สายใยแก้วนำแสง

ภาพประกอบ 2.4 ตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลชนิดต่าง ๆ

2.7.2 สายโคแอคเชียล (Coaxial Cable)

สายโคแอคเชียล แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ชนิด 50 โอห์ม สำหรับการส่งข้อมูลดิจิตอล ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้สูงถึง 10 เมกะบิตต่อวินาทีในระยะทางไม่เกิน 1 กิโลเมตร และชนิด 75 โอห์ม สำหรับการส่งข้อมูลอนาล็อค ซึ่งรองรับการส่งข้อมูลได้สูงถึง 150 เมกะบิตต่อวินาที โดยสามารถเดินสายให้ได้ระยะทางถึง 100 กิโลเมตร โดยสายโคแอคเชียลประกอบด้วยลวดทองแดงอยู่ตรงกลางหุ้มด้วยฉนวนพลาสติก 1 ชิ้น แล้วจึงหุ้มด้วยทองแดงที่ถักเป็นแผ่น และหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่งด้วยฉนวน ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 2.4 (ข)

2.7.3 สายใยแก้วนำแสง (Fibre Optic)

มีลักษณะเป็นใยแก้วที่มีขนาดเล็กมาก สายใยแก้วนำแสงจะเป็นท่อนำแสงที่มีความหนาประมาณ 2-125 ไมโครเมตร ลักษณะของท่ออาจเป็นแก้วหรือพลาสติกที่ให้แสงสะท้อนและหักเหไปตามท่อได้ ลักษณะของสายใยแก้วนำแสงออกแบ่งออกได้ 3 ส่วนคือท่อนำแสง (Core) ส่วนที่หุ้มห่อท่อนำแสง (Cladding) เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนและสารแตกหักของท่อนำแสง ส่วนสุดท้ายคือ ส่วนของพลาสติกแข็งหุ้มห่อภายนอกสุด (Jacket) ดังนั้นสายใยแก้วนำแสงเหมาะกับการติดตั้ง เชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระหว่างอาคาร เพราะสามารถทนต่อการรบกวนของสัญญาณอื่น ๆ ได้ดี

2.7.4 ไมโครเวฟ (Microwave)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีการส่งสัญญาณข้อมูลไปกับคลื่นไมโครเวฟ การส่งสัญญาณข้อมูลไมโครเวฟนี้ มักทำในลักษณะการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) ซึ่งสามารถส่งข้อมูลในรูปของเสียงและสัญญาณโทรทัศน์ ในการส่งสัญญาณข้อมูลทางไมโครเวฟ มักใช้ทั้งในระบบการสื่อสารโทรคมนาคมระยะไกล และการเชื่อมต่อระหว่างตึกของหน่วยธุรกิจ เพื่อใช้เป็นบริการในลักษณะระบบโทรศัพท์ภายในหน่วยธุรกิจนั้น ๆ

2.7.5 ดาวเทียม (Satellite)

การสื่อสารโดยใช้ดาวเทียมเป็นการส่งสัญญาณแบบไมโครเวฟแบบหนึ่ง โดยใช้สถานีส่งต่อสัญญาณ (Relay Station) เรียกว่า ดาวเทียม (Satellite) และมีสถานีรับภาคพื้นดิน (Ground Station) มากกว่าหนึ่งสถานีก็ได้ ดาวเทียมจะทำหน้าที่รับสัญญาณความถี่หนึ่ง (Uplink) จากสถานีส่ง และทำการขยายสัญญาณและส่งกลับโดยใช้อีกความถี่หนึ่ง (Downlink) ไปยังสถานี

รับมากกว่าหนึ่ง สถานีที่ภาคพื้นดิน (Stallings. 1997: 89) ดังนั้นการรับส่งสัญญาณข้อมูลจึงทำได้ทั้งในแบบจุดต่อจุด และแบบกระจายได้ (Broadcast)

2.8 การเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน

การเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในลักษณะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในลักษณะเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่และเครือข่ายบริเวณกว้างนั้น จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่สำคัญบางประเภท ที่ช่วยในการเชื่อมโยงกัน เพื่อให้ได้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ มีประสิทธิภาพโดยมีอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

2.8.1 รีพีทเตอร์ (Repeater)

รีพีทเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขยายสัญญาณจากส่วนหนึ่งของเครือข่ายให้มีสัญญาณแรงพอที่จะส่งต่อไปยังเครือข่ายอีกส่วนหนึ่ง เพื่อเพิ่มระยะทางของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ให้ไกลขึ้น เป็นอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานโอเอสไอระดับล่าง คือ ระดับกายภาพ

รีพีทเตอร์มีชื่อเรียกอยู่หลายประเภทแยกตามลักษณะและรูปแบบการใช้งาน เช่น คอนเซ็นตเรเตอร์ (Concentrator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายแบบบัส แต่ให้แตกกระจายไปยังสถานีงานต่าง ๆ กระจายออกไปในลักษณะรูปดาว หรือ ฮับ เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมโยงเครือข่ายแบบหนึ่งที่ใช้ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเชื่อมโยงสถานีงานในเครือข่ายแบบดาว เป็นต้น

2.8.2 บริดจ์ (Bridge)

บริดจ์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้มาตรฐานโอเอสไอสองระดับล่าง คือ ระดับกายภาพ และระดับการเชื่อมโยง ใช้เชื่อมเครือข่ายสองเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลแบบเดียวกัน อย่างไรก็ตามเมื่อใช้งานการประยุกต์ทางซอฟต์แวร์ในระดับ 3 ถึง 7 จะต้องเหมือนกันด้วย

การทำงานของบริดจ์จะรวดเร็วมาก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีการจัดรูปแบบของข้อมูลเพียงแต่ตรวจดูที่อยู่ปลายทางเท่านั้นและตัดสินว่าจะยอมให้ข้อมูลนั้น ๆ ผ่านบริดจ์จากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่งของบริดจ์หรือไม่ นอกจากนี้บริดจ์ยังสามารถเชื่อมต่อกับสายสัญญาณได้หลายแบบเช่น เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet) ที่ใช้สายโคแอคเชียล สามารถ

ต่อกับบริดจ์เพื่อเชื่อมต่อไปยังระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบอีเทอร์เน็ต ที่ใช้สายคู่ตีเกลียว (อภิชาติ อัศวาดิศยางกูร 2536: 52)

2.8.3 เราเตอร์ (Router)

เราเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์สองเครือข่ายที่ใช้มาตรฐานโอเอสไอระดับสาม คือ ระดับเครือข่าย เราเตอร์มักใช้เชื่อมระบบเครือข่ายที่มีการบริหารจัดการที่เป็นอิสระต่อกัน หรือคนละกลุ่มผู้บริหารเครือข่ายกัน โดยจะทำงานในลักษณะที่จะหาเส้นทางการส่งข้อมูล จากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งของเครือข่าย ไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งของอีกระบบเครือข่ายหนึ่ง เราเตอร์จะทำการปรับทิศทางการส่งผ่านข้อมูลเพื่อควบคุมการไหลของข้อมูลตามความหนาแน่นที่เหมาะสม หรือหากเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเสียหายไม่สามารถไปได้ก็จะเลือกเส้นทางใหม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลไปถึงปลายทางตามที่ต้องการได้ เราเตอร์นั้นมักนิยมใช้ในการเชื่อมต่อทั้งเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่และเครือข่ายบริเวณกว้าง

2.9 เทคโนโลยีเครือข่ายที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

เทคโนโลยีเครือข่ายที่ถูกคิดค้นขึ้นมาใช้งานจนถึงปัจจุบันมีอยู่มากมาย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างเฉพาะเทคโนโลยีเครือข่ายที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน อันได้แก่ อีเทอร์เน็ตและฟาสอีเทอร์เน็ต (Ethernet and Fast Ethernet) เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบสลับ (LAN Switches) ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.9.1 อีเทอร์เน็ตและฟาสอีเทอร์เน็ต

อีเทอร์เน็ตและฟาสอีเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ที่ใช้วิธีการควบคุมการส่งข้อมูลบนสื่อ (Medium Access Control) ที่เรียกว่า Carrier-Sense Multiple Access With Collision Detection (CSMA/CD) ซึ่งใช้งานกับ โทโพโลยีแบบบัส แบบต้นไม้ และแบบดาว (Stallings. 1997: 402) ซึ่งระบบอีเทอร์เน็ตและฟาสอีเทอร์เน็ต จะมีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลในสายสัญญาณที่ 10 และ 100 เมกะบิตตามลำดับ

หลักการของ CSMA/CD โปรโตคอลมีขั้นตอนการทำงานของสถานีแต่ละสถานีดังต่อไปนี้ (Stallings. 1997 : 404)

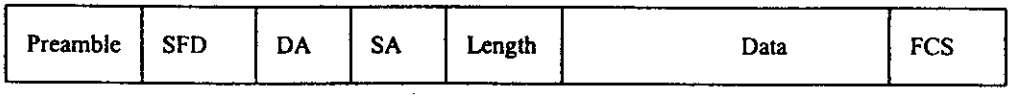
ขั้นตอนที่ 1 ถ้าสายสัญญาณว่าง (Idle) จะทำการส่งข้อมูล นอกเหนือจากนั้นให้ไปทำงานในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 ถ้าสายสัญญาณไม่ว่าง (Busy) ให้เฝ้าฟังจนกว่าช่องทางจะว่างจากนั้นให้รีบส่งข้อมูลลงไปทันที

ขั้นตอนที่ 3 ถ้าเกิดการชนกันของข้อมูล (Collision) ถูกตรวจพบระหว่างการส่งข้อมูล สถานีส่งจะสร้างสัญญาณขึ้นเรียกว่า Jamming Signal เพื่อบอกให้ทุก ๆ สถานีบนเครือข่ายทราบว่ามีการชนกันของข้อมูลเพื่อยกเลิกการส่งข้อมูลในครั้งนั้น

ขั้นตอนที่ 4 หลังจากการส่ง Jamming Signal แล้ว ให้สถานีรอในลักษณะเชิงสุ่มในช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นก็ให้พยายามส่งข้อมูลใหม่อีกครั้ง โดยไปทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1

ข้อมูลที่ถูกส่งลงผ่านสื่อไปบนระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่นั้น อยู่ในรูปของกรอบข้อมูล ซึ่งมีรูปแบบตามโปรโตคอล IEEE 802.3 ที่ประกอบด้วยฟิลด์ (Field) ต่าง ๆ ดังนี้



ภาพประกอบ 2.5 รูปแบบกรอบข้อมูลตามโปรโตคอล IEEE 802.3

1. Preamble มีขนาด 56 บิต ทำหน้าที่เป็นในการประสานกันอย่างเป็นจังหวะของสายบิต (Bit Synchronization) กับสถานีรับ
2. Start Frame Delimeter เป็นการเรียงลำดับของบิต "10101011" ซึ่งทำหน้าที่บอกตำแหน่งเริ่มต้นของกรอบข้อมูล ให้แก่สถานีรับ
3. Destination Address บรรจุตำแหน่งที่อยู่ของสถานีรับ ซึ่งอาจจะประกอบด้วยบิตจำนวน 16 หรือ 48 บิต
4. Source Address บรรจุตำแหน่งที่อยู่ของสถานีส่ง มีขนาดเท่ากับ Destination Address
5. Length เป็นฟิลด์ระบุรายละเอียดขนาดของส่วนข้อมูลที่ถูกบรรจุลงในกรอบข้อมูล
6. Data เป็นฟิลด์ที่บรรจุข้อมูลซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 46 - 1,500 ไบต์

ห้องสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

7. FCS (Frame Check Sequence) เป็นฟิลด์ขนาด 32 บิต บรรจุรหัสที่ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดที่เรียกว่า CRC

คณะกรรมการชุด IEEE 802.3 ได้นิยามข้อกำหนดทางกายภาพของอีเทอร์เน็ต โดยมีการพัฒนาสัญลักษณ์แสดงดังนี้ (Stallings. 1997 : 408-412)

<Data Rate in Mbps.> <Signalling Method>< Maximum SegmemtLength in Hundreds of Meters>

ซึ่งนิยามได้ดังนี้

- 10Base5
- 10Base2
- 10Base-T
- 10Broad36
- 10Base-F
- 100Base-TX
- 100Base-FX

ตัวอย่างเช่น 10Base5 หมายความว่า อัตราความเร็วในการส่งข้อมูล 10 เมกะบิตต่อวินาที ใช้เทคนิคการส่งสัญญาณแบบ Baseband โดยลักษณะของสายสื่อสารจะมีความยาวได้สูงสุดไม่เกิน 500 เมตร ในเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ 1 ระบบที่เรียกว่า เซกเมนต์ (Segment) เป็นต้น เป็นที่น่าสังเกตได้ว่า 10Base-T, 10Base-F, 100Base-TX และ 100Base-FX นั้น สัญลักษณ์ ตัว "T" หมายถึง Twisted Pair และ "F" หมายถึง Optical Fiber ส่วนสัญลักษณ์อื่น ๆ เป็นคำย่อของเทคนิคการส่งสัญญาณในสายสื่อสารเฉพาะวิธีนั้น ๆ

2.9.2 เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบสลับ

สถาปัตยกรรมเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบสลับนั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่ายในลักษณะฮับ ที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องที่เชื่อมต่อกับฮับ โอนถ่ายข้อมูลผ่านเมตริกแบบสลับ(Switching Matrix) ซึ่งอยู่ภายในฮับในลักษณะแบบจุดต่อจุด (Point-to-point) แทนที่จะเป็นแบบกระจาย ยกตัวอย่างเช่น อีเทอร์เน็ตสวิทช์ (Switched Ethernet) เป็นอุปกรณ์

เชื่อมต่อเครือข่ายแบบฮับซึ่งทำงานบนพื้นฐานของระบบอีเทอร์เน็ต ที่ให้บริการสถานีที่เชื่อมต่อแต่ละสถานีในลักษณะอีเทอร์เน็ตส่วนตัว (Private Ethernet Connection) ซึ่งสามารถใช้อัตราความเร็วสูงสุดในการโอนถ่ายข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อ (Breyer and Riley. 1995: 31)

รูปแบบในการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่ายแบบสลับ สามารถแบ่งวิธีการส่งต่อกรอบข้อมูลระหว่างช่องสัญญาณภายในอุปกรณ์ได้ 3 แบบ ดังต่อไปนี้

1. แบบ Cut-through Switches เป็นการทำงานที่จะอ่านเฉพาะส่วนหัวของระดับ MAC และตรวจสอบที่อยู่ปลายทางจาก ตารางตำแหน่งที่อยู่ (Address Look-up Table) เพื่อพิจารณาหาช่องปลายทางที่ควรจะส่งกรอบข้อมูลไปให้ ซึ่งจะทำงานผ่านเมตริกแบบสลับได้อย่างรวดเร็วมาก

2. แบบ Store-and –forward Switches เป็นการทำงานที่จะอ่านกรอบข้อมูลไปเก็บไว้ใน Shared Memory Area แล้วเปรียบเทียบค่า CRC ในกรอบข้อมูลกับค่า CRC ที่คำนวณได้ ก่อนทำการพิจารณาหาช่องทางที่ควรจะส่งกรอบข้อมูลไป วิธีนี้จะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของกรอบข้อมูลก่อนที่จะส่งกรอบข้อมูลออกไป จึงทำให้การทำงานจะช้ากว่าแบบ Cut-through

3. แบบ Error-free Cut-through Switches เป็นการทำงานที่จะใช้วิธีแบบ Cut-through เป็นหลัก แต่หากพบว่าช่องทางไหนส่งกรอบข้อมูลที่ผิดพลาดเข้ามาจะทำการเปลี่ยนวิธีการทำงานเป็น Store-and-forward เฉพาะช่องทางนั้น ๆ

2.9.3 เอทีเอ็ม

เอทีเอ็ม เป็นเทคโนโลยีใหม่และเป็นที่ยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน เพราะเทคโนโลยีนี้ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสื่อสารข้อมูลโดยรวมทั้งระบบแวน และระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ ซึ่งสามารส่งผ่านข้อมูลได้ตั้งแต่ 45 เมกกะบิตจนถึง 2.4 กิกะบิตต่อวินาที โดยเอทีเอ็มสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับพื้นฐานในการเปลี่ยนแปลงของระบบเครือข่าย ดังนี้ (Chipcom. 1993 : 9)

1. เปลี่ยนรูปแบบการใช้งานจากลักษณะการใช้สายสื่อสารร่วมกัน (Shared-access Transmission Medium) มาใช้งานในพื้นฐานของระบบจุดต่อจุด ระหว่างสถานี

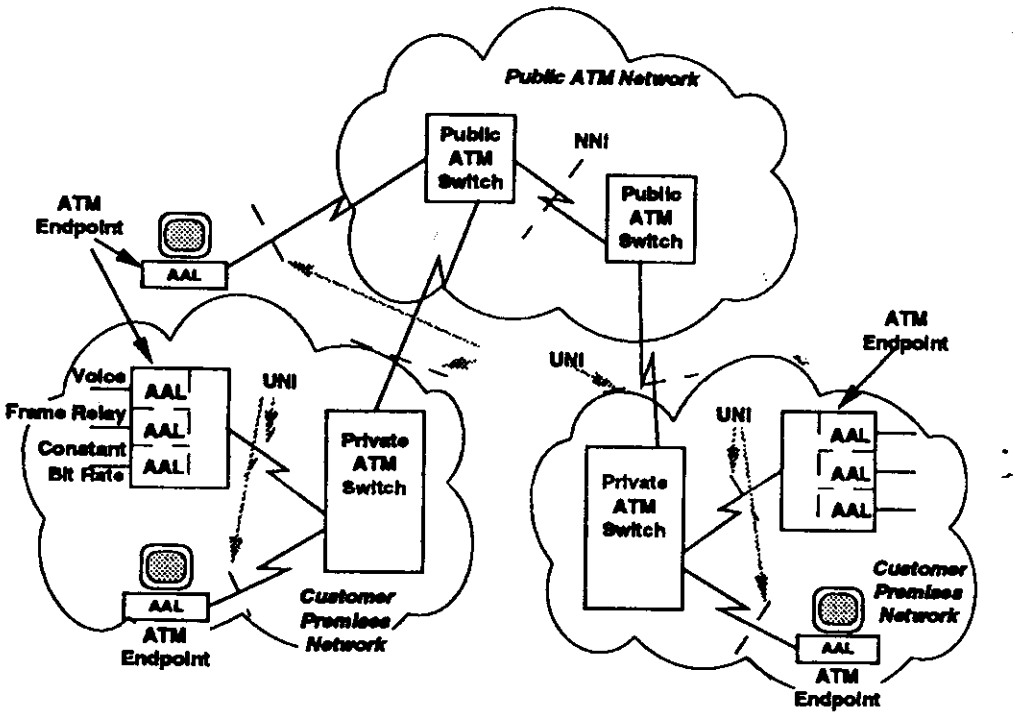
ปลายทางและอุปกรณ์ชุมสาย โทโพโลยีของระบบจึงเป็นในลักษณะโทโพโลยีแบบตาข่าย

2. เปลี่ยนรูปแบบการส่งข้อมูลที่ใช้ชิ้นข้อมูลแบบแปรผัน (Variable-Length Datagram) มาเป็นแบบเซลแบบคงที่ (Fixed-length Cells) ซึ่งเซล (Cell) แต่ละเซลประกอบด้วยส่วนหัว (Header) ขนาด 5 ไบต์และส่วนข้อมูล (Data or Payload) ขนาด 48 ไบต์

3. เปลี่ยนรูปแบบการส่งต่อชิ้นข้อมูลผ่านเราเตอร์ เพื่อส่งไปยังปลายทางเป็นรูปแบบของ Connection-oriented ซึ่งจะต้องมีกระบวนการในการสร้างช่องทางในการส่งเซลก่อน

4. สามารถสร้างระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน โดยที่ผู้ใช้งานไม่ได้เชื่อมต่ออยู่บนอุปกรณ์ทางภายภาพเดียวกัน แต่สามารถใช้งานระบบโดยเสมือนว่าอยู่บนเซ็กต์เมนต์เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เดียวกัน

โครงสร้างของเครือข่ายเอทีเอ็มนั้นประกอบด้วยการเชื่อมโยงที่สำคัญ 2 ส่วนคือ การเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ชุมสายเอทีเอ็ม (ATM Switch) กับสถานีปลายทาง (ATM Endpoint) ซึ่งส่วนเชื่อมต่อนี้เรียกว่า User-to-Network Interface (UNI) ส่วนการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ชุมสายเอทีเอ็มด้วยกันนั้นเรียกว่า Network-to-Network Interface (NNI) คือ UNI และ NNI จะเป็นข้อกำหนดอย่างเป็นทางการสำหรับอุปกรณ์ชุมสายเอทีเอ็ม และสถานีงาน (Chipcom. 1993: 10)



ภาพประกอบ 2.6 ส่วนการเชื่อมโยงแบบ UNI และ NNI

ข้อมูลที่ส่งผ่านไปในเครือข่ายเอทีเอ็มจะอยู่ในรูปของเซลขนาดคงที่ขนาด 53 ไบต์ ประกอบด้วยฟิลด์ต่าง ๆ ดังนี้

GFC	VPI	VCI	PT	CLP	HEC	DATA

2.7 (ก) รูปแบบเซลเอทีเอ็ม แบบ UNI

VPI	VCI	PT	CLP	HEC	DATA

2.7 (ข) รูปแบบเซลเอทีเอ็ม แบบ NNI

ภาพประกอบ 2.7 รูปแบบเซลของเอทีเอ็ม

1. GFC (Generic Flow Control) มีเฉพาะเซลในรูปแบบ UNI เป็นส่วนที่ช่วยควบคุมการไหลของเซล ใช้เฉพาะในการเชื่อมต่อแบบ UNI มีขนาด 4 บิต

2. VPI (Virtual Path Identifier) และ VCI (Virtual Channel Identifier) โดย VPI ในรูปแบบของ UNI มีขนาด 8 บิต และ VPI ในรูปแบบของ NNI มีขนาด 12 บิต ส่วนขนาดของ VCI ของทั้งสองแบบมีขนาด 16 บิต ทั้ง VPI และ VCI เป็นส่วนที่ช่วยในการนิยามช่องทางการเดินทางบนเครือข่ายเอทีเอ็ม ซึ่งเปรียบเสมือนตำแหน่งที่อยู่ทางกายภาพ ซึ่งช่วยให้การเดินทางของกระแสข้อมูลจากสถานีต้นทางผ่านอุปกรณ์ชุมสายต่าง ๆ ไปยังสถานีปลายทางได้ ซึ่งใช้แนวคิดของ Virtual Channel และ Virtual Path กล่าวคือ

   - Virtual Channel (VC) ถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางการติดต่อแบบทางเดียว (Unidirection Connection) ระหว่างสถานีบนเครือข่าย (Dutton. 1995 : 9-12)

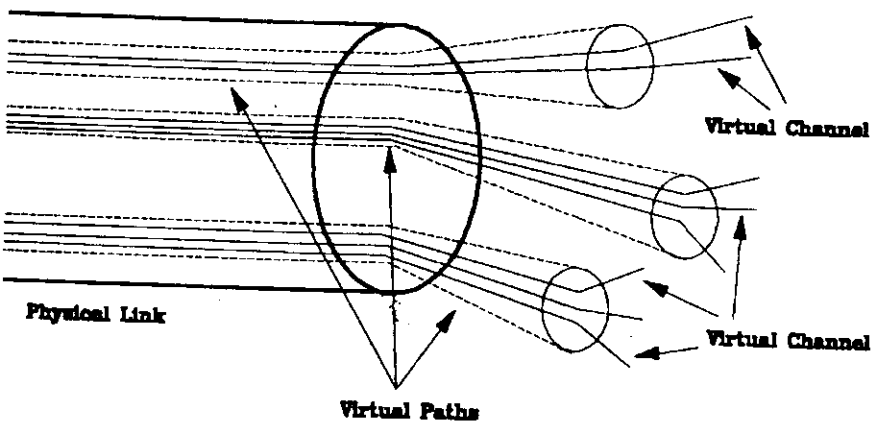
   - และ Virtual Path (VP) ก็คือกลุ่มของ Virtual Channel ที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายนั้นเอง ดังภาพประกอบ 2.8

3. PT (Payload) เป็นส่วนช่วยควบคุมการไหลและบอกชนิดของเซล วึ่งมีขนาด 3 บิต

4. CLP (Cell Loss Priority) ช่วยระบุลำดับความสำคัญของเซลนั้น มีขนาด 1 บิต

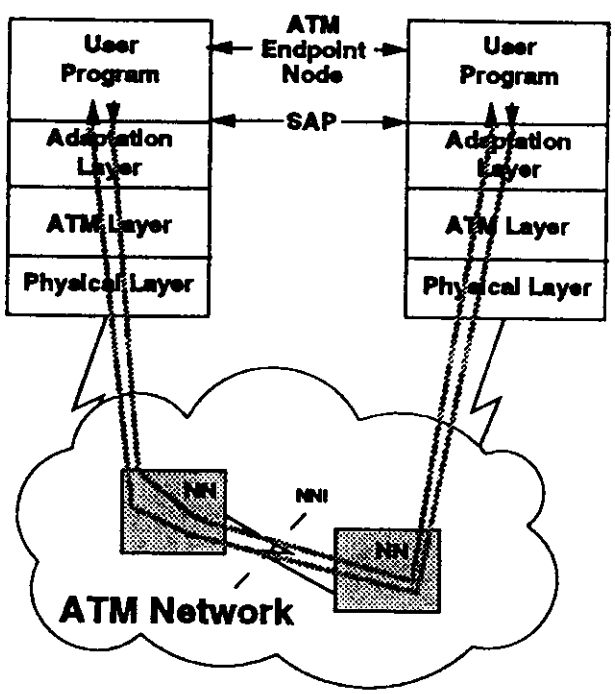
5. HEC (Header Error Check) บรรจุรหัสที่ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดของส่วนหัวของเซล

6. Data เป็นฟิลด์บรรจุข้อมูลที่มีขนาด 48 ไบต์



ภาพประกอบ 2.8 Virtual Channel และ Virtual Path

โปรโตคอลที่ใช้ในเอทีเอ็ม ถูกนิยามในลักษณะเป็นระดับคล้ายกับตัวแบบของโอเอสไอ ซึ่งมี 3 ระดับคือ Physical Layer, ATM Networking Layer และATM Adaptation Layer (Datapro Informations Services. 1994: 1210-9) ดังแสดงในภาพประกอบ 2.9



ภาพประกอบ 2.9 การไหลของข้อมูลผ่านเครือข่ายเอทีเอ็มในระดับต่าง ๆ

1. ระดับ Physical Layer

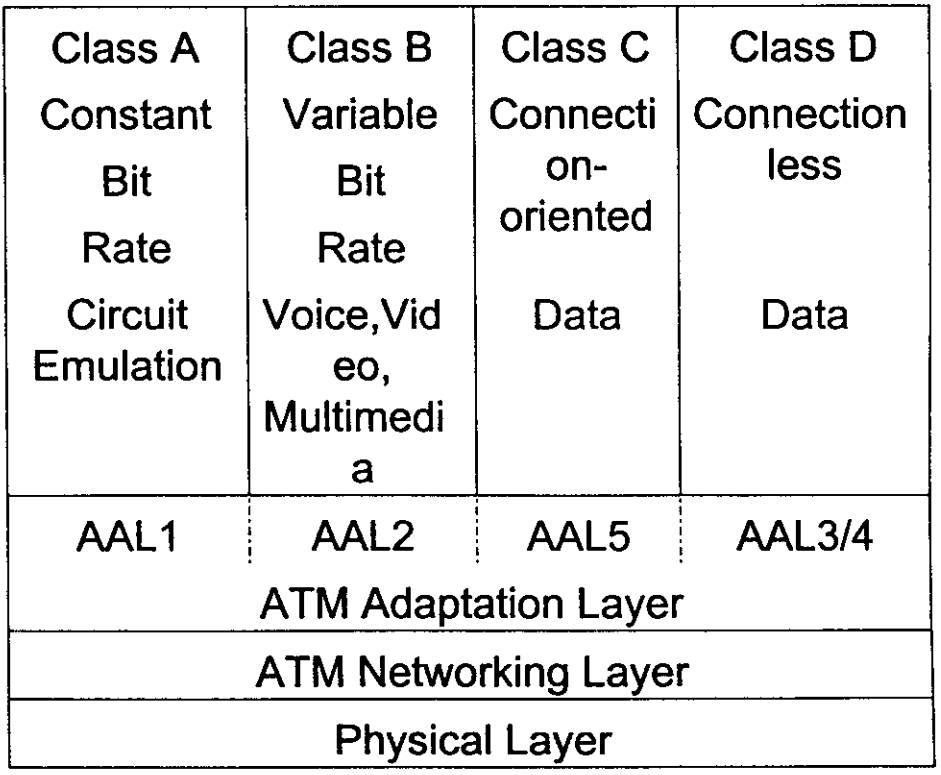
เป็นการส่งข้อมูลในระดับบิตซึ่งเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้

2. ระดับ ATM Networking Layer

เป็นระดับที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ชุมสายเอทีเอ็ม หรือ อุปกรณ์เอทีเอ็มปลายทาง จะทำการแปลงการรับส่งข้อมูลจากระดับที่สูงกว่าให้อยู่ในรูปเซลขนาดคงที่ 53 ไบต์ ตรวจสอบความถูกต้องของส่วนหัวของเซล และควบคุมการไหลของเซลระหว่างอุปกรณ์เอทีเอ็ม

3. ระดับ ATM Adaptation Layer

ให้บริการการทำงานของโปรแกรมผู้ใช้ โดยแบ่งเป็นกลุ่มของการบริการ (Class of Services) ได้ 4 กลุ่มดังนี้ (Dutton. 1995: 9-30)



ภาพประกอบ 2.10 กลุ่มบริการและ ATM Adaptation Layer

ก. AAL1 ถูกออกแบบมาให้สนับสนุนบริการแบบ Class A ซึ่งเป็น Circuit Emulation ซึ่งเป็นบริการลักษณะคงที่ (Constant Bit Rate) ของเสียงหรือวีดิทัศน์

ข. AAL2 สนับสนุนบริการแบบ Class B ซึ่งเป็นบริการลักษณะแปรผัน (Variable Bit Rate)

ค. AAL3/4 สนับสนุนบริการแบบ Class C กล่าวคือส่งข้อมูลแบบเฉพาะกิจหรือข้อมูลในลักษณะ ไม่รับรองการถึงปลายทางของข้อมูล (Connectionless)

ง. AAL5 สนับสนุนบริการแบบ Class D กล่าวคือส่งข้อมูลเช่นกัน แต่เป็นข้อมูลในลักษณะที่รับรองกรอบข้อมูลในการเดินทางจากต้นทางถึงปลายทาง (Connection-oriented)

แม้ว่าเครือข่ายเอทีเอ็มจะเป็นระบบเครือข่ายความเร็วสูง ซึ่งสามารถส่งผ่านข้อมูลได้ตั้งแต่ 45 เมกกะบิตจนถึง 2.4 กิกะบิตต่อวินาทีก็ตาม แต่ราคาของอุปกรณ์ที่ประกอบการใช้งานก็มีราคาสูงตามไปด้วย ดังนั้นในการเลือกติดตั้งระบบเครือข่ายเอทีเอ็มขององค์กรต่าง ๆ จึงมักจะนำเครือข่ายเอทีเอ็ม มาสอดแทรกเข้าไว้เป็นเครือข่ายแกนหลักขององค์กร (Backbone Network) ซึ่งทำให้ยังคงสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครือข่ายเดิมที่มีอยู่ได้ และยังทำให้สามารถเพิ่มความเร็วในการใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายแกนหลักขององค์การอีกด้วย

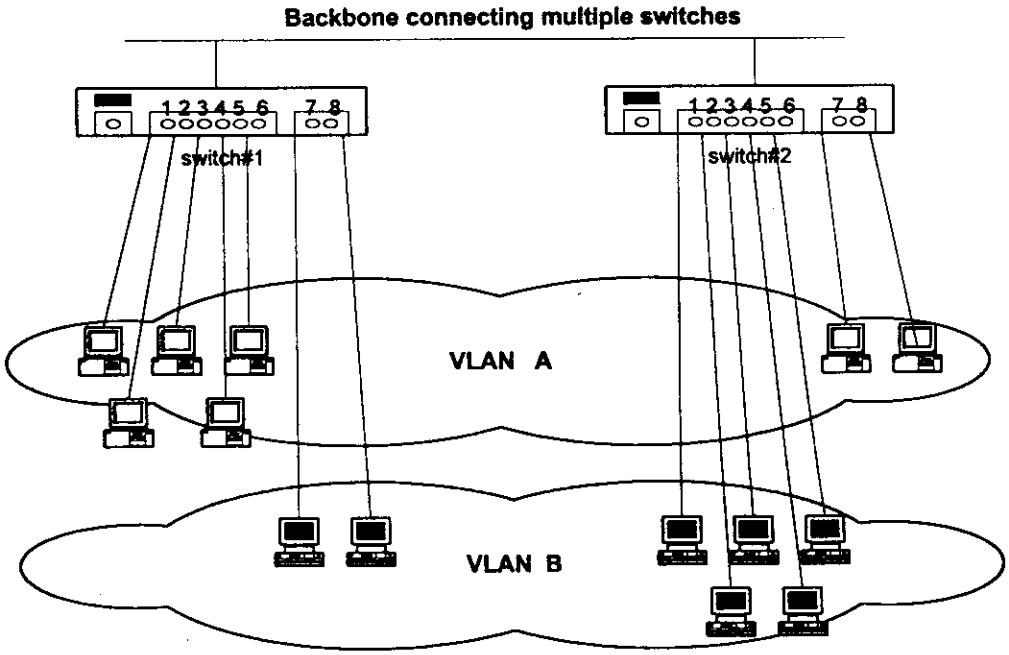
2.10 เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน

เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน เป็นกลุ่มของเซกเมนต์ของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ในเชิงตรรก (Logical) ที่เชื่อมต่ออยู่บนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายหลาย ๆ ตัว นั้นหมายความว่า เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่หนึ่งเซกเมนต์หรือหลายเซกเมนต์สามารถเชื่อมต่อกันอยู่บนอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป (Datapro Information Services. 1994: 1211-2) โดยทั่วไปเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนมักจะพัฒนาบนระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่แบบสวิทช์ซึ่งการแบ่งสมาชิกของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนแต่ละวง จะใช้เทคนิคในการแบ่งกลุ่มสมาชิกได้หลายแบบ ดังตัวอย่าง เช่น วิธีการแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยจัดกลุ่มช่องสื่อสาร (Port Grouping) วิธีแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยใช้ระดับ MAC (MAC-Layer Grouping) และวิธีการแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยใช้ ELAN (Emulated LAN) เป็นต้น ซึ่งพอจะแสดงรายละเอียดได้ ดังนี้ (Passmore. 1996: WWW)

2.10.1 วิธีการแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยจัดกลุ่มช่องสื่อสาร

ในการนิยามสมาชิกของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนแต่ละวงจะใช้กลุ่มของช่องการสื่อสารแบบสวิทช์ (Switched Ports) ในการติดต่อสื่อสาร ยกตัวอย่างเช่น ใช้ช่อง 1,2,3,7 และ 8 บนฮับแบบสวิทช์ สร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน A และ ใช้ช่อง 4, 5 และ 6 สร้างวงเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน B การสร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนนี้เป็นการใช้งานบนฮับแบบสวิทช์เพียงตัวเดียว

ในระยะหลังมีการพัฒนาสร้างการเชื่อมต่อระหว่างฮับแบบสวิทช์หลายตัว แล้วสามารถสร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนบนกลุ่มของฮับที่เชื่อมต่อเป็นเครือข่ายแกนหลักได้ ดังตัวอย่างเช่น ใช้ช่อง 1,2,3,4 และ 5 ของฮับแบบสวิทช์ที่ 1 และช่อง 7 และ 8 ของฮับแบบสวิทช์ที่ 2 สร้างเป็นเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน A และใช้ช่อง 7 และ 8 ของฮับแบบสวิทช์ที่ 1 และช่อง 1,2,3,4 และ 5 ของฮับแบบสวิทช์ที่ 2 เป็นเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน B ดังภาพประกอบ 2.11



ภาพประกอบ 2.11 การแบ่งกลุ่มสมาชิกเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนแบบจัดกลุ่มช่องสื่อสาร

2.10.2 วิธีแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยใช้ระดับ MAC

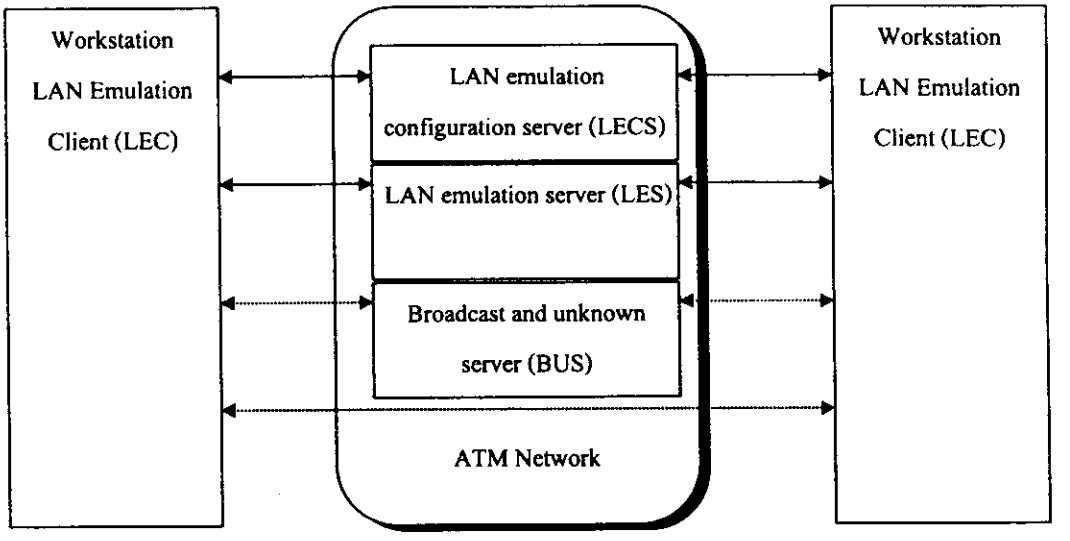
วิธีการนี้เป็นการแบ่งสมาชิกของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือน โดยกำหนดตำแหน่งระดับ MAC ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ที่ถูกกำหนดไว้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างสถานีและเครือข่าย (Network Interface Card หรือ NIC) ซึ่งในวิธีการนี้จะสามารถทำให้สามารถโยกย้ายสถานีบนเครือข่ายไปได้ตลอดเวลา

2.10.3 วิธีการแบ่งกลุ่มสมาชิกโดยใช้ ELAN (Emulated LAN)

เป็นการสร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนที่ใช้งานผ่านเอทีเอ็ม (Asynchronous Transfer Mode) โดยเป็นการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ผ่านเอทีเอ็ม

เนื่องจากแนวคิดการส่งข้อมูลบนเครือข่ายระหว่างเอทีเอ็มไม่เหมือนกับระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่อื่น ๆ การสร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนจึงเสมือนเป็นการจับคู่ตำแหน่งที่อยู่ของระบบ เครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ (Medium Access Control Address) และตำแหน่งที่อยู่ของเอทีเอ็ม โดยในข้อกำหนดนี้เรียกว่า LAN Emulation Specification ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดขึ้นโดย ATM Forum ปี ค.ศ. 1995 โดยมีสภาพแวดล้อมในการสร้างเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เสมือนแต่ละวงจะมีเอนติตี้ที่สำคัญ คือ LAN Emulation Configuration Server (LECS), LAN Emulation Clients (LECs), LAN Emulation Server (LES) และ Broadcast and Unknown Server (BUS) ซึ่งแต่ละเอนติตี้ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. LECS ทำหน้าที่ช่วยให้การร้องขอบริการของ LECs ติดต่อกับ LES ได้
2. LECs เป็นส่วนขอใช้บริการ ทำหน้าที่สร้างช่องทางควบคุมการติดต่อกับ LES และสร้างช่องทางส่งข้อมูลกับ LECs ตัวอื่น ๆ ในเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่วงเดียวกัน
3. LES ทำหน้าที่ให้บริการผู้ร้องขอในการเข้าเป็นสมาชิกของ ELAN วงหนึ่ง ๆ ซึ่งจะทำการจับคู่ตำแหน่งที่อยู่ของ MAC address ของระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่ และ ATM address
4. BUS ทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายที่ส่งกรอบข้อมูลแบบกระจายไปยังสถานีปลายทางที่ยังไม่ทราบที่อยู่ ซึ่งจะส่งกรอบข้อมูลไปให้เฉพาะสมาชิกของ ELAN ในวงนั้น ๆ



หมายถึง ส่วนควบคุมการติดต่อ

หมายถึง ส่วนการติดต่อการส่งข้อมูล

ภาพประกอบ 2.12 ส่วนประกอบของ LAN Emulation

2.11 การใช้งานระยะไกล

เทคโนโลยีการติดต่อระยะไกลเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในโลกสารสนเทศ ซึ่งความต้องการเหล่านี้มีเพิ่มมากขึ้นด้วยมาจากความจำเป็นในการสื่อสารซึ่งกันและกัน การใช้งานระยะไกล (Remote Access) ก็คือความสัมพันธ์ของการใช้ช่องทางการสื่อสารที่จำกัดของการเชื่อมโยงระยะไกล เพื่อที่จะทำให้ปัจเจกบุคคลสามารถใช้ทรัพยากรทางสารสนเทศขององค์กรได้ (Goldman, 1998:388) ดังนั้นวิธีที่ทำให้ผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้ต่อสายเข้าสู่ระบบเครือข่ายโดยตรง ได้มีโอกาสใช้งานระบบเครือข่ายโดยอาศัยเพียงแค่สายโทรศัพท์ธรรมดา ๆ กับอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความสามารถในการต่อสายเคเบิลโทรศัพท์เข้าสู่ระบบเครือข่ายได้ ก็จะเป็นรูปแบบของการใช้งานระยะไกล ซึ่งมีโทโพโลยีทางตรรกะ 2 วิธี ได้แก่ Remote Node และ Remote Control ซึ่ง Remote Node ก็คือคอมพิวเตอร์ในระยะไกลที่มีความสามารถในการปฏิบัติการได้เหมือนกับการติดต่อจากคอมพิวเตอร์ของเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เพื่อเข้าถึงทรัพยากรเครือข่าย ส่วน Remote Control นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลจะต้องควบคุมแป้นพิมพ์และจอภาพของ

คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายบริเวณเฉพาะที่เครื่องใดเครื่องหนึ่งผ่านการสื่อสารระยะไกลเท่านั้น รูปแบบของโทโพโลยีทางกายภาพของ Remote Access มี 3 วิธีคือ

1. Serial Port of a LAN-attached PC
2. Communication Server
3. LAN Modem

2.12 บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตนับเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์มากกว่า 4 ล้านเครื่องเข้าด้วยกัน อินเทอร์เน็ตถูกพัฒนาขึ้นมาจากงานวิจัย งานทางการศึกษา และการติดต่อของนักวิทยาศาสตร์เพื่อต้องการใช้สารสนเทศร่วมกันตั้งแต่ปีค.ศ. 1970s ในปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีบริการที่สำคัญ 3 ประเภท ได้แก่

1. เครือข่ายใยแมงมุม (World Wide Web หรือ WWW)
2. แม่ข่ายบริการสารสนเทศต่าง ๆ (Information Servers)
3. การให้บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail)

การบริการทั้งสามประเภทดังกล่าวมีลักษณะที่เฉพาะที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น เครือข่ายใยแมงมุม เป็นการให้บริการสารสนเทศในรูปแบบกราฟฟิกหรือไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) กล่าวคือ สามารถให้บริการข้อมูลทั้งในรูปแบบข้อความ (Text) ภาพลักษณ์ (Image) วีดิทัศน์ (Video) และ เสียง (Audio) พร้อม ๆ กันได้ ส่วนแม่ข่ายบริการสารสนเทศเป็นการเน้นการให้บริการสารสนเทศในลักษณะข้อความหรือแฟ้มข้อมูลที่ถูกเก็บไว้บนคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เช่น แม่ข่ายบริการแฟ้มข้อมูล (File Transfer Server) แม่ข่ายบริการกลุ่มข่าวอิเล็กทรอนิกส์ (USENET Server) เป็นต้น ส่วนการให้บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นรูปแบบเฉพาะในการบริการการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารในรูปแบบส่วนตัว คล้ายกับระบบการส่งจดหมายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน การให้บริการการใช้อินเทอร์ของผู้ใช้ทั่วไปนอกจากจะใช้งานผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น ผู้ใช้ยังสามารถใช้งานผ่านระบบโทรศัพท์สาธารณะ(Public Switched Telephone Network: PSTN) ได้ โดยผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider: ISP) จะติดตั้งอุปกรณ์ Remote Access กับคู่สายโทรศัพท์ที่ให้

บริการ ซึ่งสมาชิกที่ใช้บริการสามารถเข้าใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากคอมพิวเตอร์ของตนเอง ผ่านทางโมเดม(Modem) โดยใช้คู่สายโทรศัพท์ของตนให้หมุนหมายไปยังหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตติดตั้งให้บริการอยู่ซึ่งพ่วงต่อกับอุปกรณ์ Remote Access ดังกล่าว